

# 电厂水平衡测试与废水综合利用研究

党高峰

(中煤能源新疆煤电化有限公司,新疆 昌吉 831799)

**摘要:**为解决电厂水平衡测试分析与废水综合利用问题,本文对燃煤电厂的供水工程对电厂水平衡测试分析与废水综合利用进行研究,分析各种供水工程对水质的需求问题,提出以水平衡测试为依据,应用增加浓缩倍率、降低水灰率等综合手段,希望有一定参考价值。

**关键词:**废水利用;水平衡测试;研究

**中图分类号:**X773

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2023)03-0187-03

## 0 引言

燃煤电厂的用水工程包括冷却水、冲灰和冲渣水、锅炉补水、工业用水、生活用水等。耗水的方式主要有循环水蒸发、排污、冲灰水消耗、废水排放、煤场喷淋等。不同的用水方案对水的要求和用量有很大差别,对电厂的耗水也是巨大的,水资源的节约也更加迫切。在当前的节水工作中,通过水力平衡测试,综合采用增加浓缩倍率、降低水灰比等方法,达到分级利用、污水回收利用的目的。由于电厂开工较早,用水管理相对粗放,用水效率较低,必须开展污水综合利用,通过科学的手段把污水、废水变废为宝回收利用。

## 1 电厂废水系统介绍

电厂产生的废水有:①在工厂生产中所用的纯水、工业水等;②从水源中提取工业水和纯水的生产过程中产生的工业水和纯水;③脱硫工艺废水。其中,第一、第二部分的废水集中排放到化学废水处理站,第三部分污水经过 pH 调节、絮凝沉淀、中和等工艺的处理达到标准,再将前两条污水合并,由电厂污水排放口排放。初期的排水系统设计没有考虑到废水回收利用,污水监测指标主要为 COD、石油类污染物、氨氮、钙、镁等,目前电厂污水都达到了排放标准,废水的循环利用很少。

针对电厂污水的性质和处理后的使用情况,将其划分为:①含盐量较低的污水。包括锅炉排放废水、供热管网疏水性、工业用水管网排水管、滤水器、生活废水等。②废水中含有大量的盐。主要包括污水处理、离子交换装置的再生污水、循环用水等。③对可重复使用的污水。如含煤、飞灰、脱渣油等废水。④不能被再次使用的污水。如脱硫、化学净化、空气净化、GGH 冲洗等工业污水。可用作煤场的喷淋水或排灰增湿<sup>[1]</sup>。

## 2 电厂水平衡测试和水质分析

水平衡测试是反映电厂的实际用水量和管理水平

的重要环节,其对电厂的生产、生活用水进行了测试,对整个工厂的供水系统进行了水平衡测试;通过对用水、水的监测和分析,了解整个工厂的用水、排水情况,对目前的用水情况和相应的水平进行评价。针对目前的用、排水情况,结合新的污水处理技术,研究开发节水型、复用技术,编制节水计划。探讨污水再利用的方法和方案,提出了污水零排放的可行性方案。利用水平衡测试对全厂取水、废水现状进行了全面的分析。对各条污水进行了水质监测,并对主要废水的水量、水质进行了分析;真空脱碳装置的冷却水和原水一样,只有水温上升,可以在冷却后进行再利用;循环水泵的冷却水是可以直接回收的工业水。在化学制水工艺中,废水、反洗水、RO 浓水的质量都比较好,可以通过简单的工艺进行回收利用。锅炉出水的质量比工业水好,可以直接回收利用。虽然经过了独立的处理,脱硫废水的水质依然很差,需要进一步的集中治理<sup>[2]</sup>。

## 3 电厂废水处理的重要意义

随着国家的可持续发展,水资源的消耗越来越大;随着环保意识的增强,水电、环保等问题越来越凸显。如何优化电厂废水的治理,使废水得到充分利用,将废水转化为有效的资源化,已成为当前社会普遍关心的问题。对火力发电厂的化工废水进行治理与利用,不仅有一定的社会效益,而且还能产生较大的经济效益,搞好这一工作,对促进我国的和谐发展,促进经济发展,都起到了很大的作用。

在电厂生产过程中,产生的废水主要包括锅炉的给水排水、循环水、污水排放、脱硫废水和生活污水,这些都是含有各种化学成分的污水,如果不及时处理,会对周围的环境产生很大的影响。这既违背了国家环境保护的方针,又违背了节约能源和减少排放的要求,违背了可持续发展战略。因此需要研究污水的净化和治理,以达到污水资源化的目的<sup>[3]</sup>。

## 4 废水综合利用方案设计

通过水平衡试验可以看出,虽然电厂的用水指标达到了国家规定的标准,但是距离优等用水标准还有很大的距离。根据目前的用水、排水状况,以及现有电厂的用水、水质要求,污水的综合利用可以分为短期和长期两种方式进行<sup>[4]</sup>。

### 4.1 污水的短期处理

#### 4.1.1 沉淀池的溢流技术

通过对沉淀池进、出水量的不均衡情况的分析,得出沉淀池的溢流量在  $800\text{m}^3/\text{d}$  左右。产生溢流的主要原因是由于沉淀泵的吸水口设置在高处,为了确保泵不会排空,需要时常维持高水位,因此,有时会发生溢流,造成损失。

解决办法有 3 种。

(1) 更换水泵,选择适当的水泵,增加吸水口深度。

(2) 在沉淀池中安装可靠的水位表,保证不会出现溢流。

(3) 收集并回收溢出的水到原水池。

其中,第一种更为全面;第二种处理方法将在一定程度上影响沉淀池运行的连续性;第三种方法既浪费了已经精华的沉淀水,又增加了沉淀区的工作负荷,影响经济效益。

所以,推荐使用第一种。该方法可以直接减少  $800\text{m}^3/\text{d}$  的新水。

#### 4.1.2 含泥废水外排方式改造

电厂化学水处理系统的净化装置和沉淀装置排放的污泥污水达到  $530\text{m}^3/\text{d}$ 。污水中的主要污染物为悬浮物质,测试结果表明,污水中悬浮物含量为  $377\text{mg}/\text{L}$ ,比原水高 3~4 倍,其他成分与原水基本一致。

采用干法排泥取代了目前的水力排泥方法,可回收 90% 的水量,同时还可以将澄清水直接回用到沉淀池中,使新水的取水量达到  $470\text{m}^3/\text{d}$ <sup>[5]</sup>。

#### 4.1.3 化学水系统反洗水回用

在化学水处理系统中,1 级滤池的反冲洗水量为  $18\text{m}^3/\text{d}$ ,3 级滤池的反冲洗水量为  $170\text{m}^3/\text{d}$ ,超滤反冲洗水量为  $440\text{m}^3/\text{d}$ ,滤池和活性炭滤清器的反冲洗水量为  $100\text{m}^3/\text{d}$ ,合计  $650\text{m}^3/\text{d}$ 。通过对三阶段反冲洗水的测试,发现其主要污染物为悬浮物质,经三阶段的反冲洗水测试,其悬浮液浓度为  $92\text{mg}/\text{L}$ 。排出原水中的悬浮物质含量测定值为  $115\text{mg}/\text{L}$ ,二者的测定结果基本一致。从而可以把火力发电厂的化学水系统的反洗水重新利用到原来的水池中,使新水的取水量降低到  $660\text{m}^3/\text{d}$ 。

#### 4.1.4 循泵冷却水改造

用工业水泵提供的工业水(过滤装置生成的水)  $426\text{m}^3/\text{d}$ ,从 3 号工业水管网供给循泵房工业水约为

$246\text{m}^3/\text{d}$ ,从 4 号工业水管网供给循泵房工业水约为  $257\text{m}^3/\text{d}$ 。通过对循环泵室的现场观察,发现其采用的是轴封和冷却,其水质基本不会被污染,与一般的工业用水相近。

#### 4.1.5 EP 净化水再利用系统

机组电除尘器以工业水作为洁净水源,设计总供水量  $34\text{t}$ ,经过一次净化后,直接排放到火力发电厂的灰场,年消耗量达  $6\times 10^5\text{t}$ 。

电厂曾经对此进行过一次改造,但因设备故障导致回收系统不能正常使用。

对洗涤水进行了分析,结果表明,洗涤水含有大量的漂浮物,使水的腐蚀性和结垢性升高,不仅造成了水资源的浪费,而且还带来了环境的污染。以前的洗涤水回用工程是在对净化水系统进行改造,以满足系统需要的水质要求后,再进行回收利用;从而达到节水、降低污水排放的目的。

改造方案是将排出的洗涤水直接射入集水池,通过 PLC 和气动阀实现对过滤器的操作和反冲洗。集水槽、冷却池内设有液面测量仪,通过 PLC 及调整回路设备实现对其进行控制。系统在电除尘清洗槽中进行清洗,并与冷库出水水泵共用,并配有气动阀门。将废水倒灌到原来的洗涤和净水排放槽中。该系统内部设有流量监测设备,并增加了附加水量。该项目建成后,污水排放降低 95%,每年可节省工业用水  $2.4\times 10^3\text{t}$ 。

鉴于机组电除尘器净化水用量大,对现有的设备和系统运行中出现的问题进行了技术分析,试图使其能够正常使用。经调查,原来的电除尘净化水不能按时回收,原因是由于设计的清洗和过滤能力不够,导致了机组电除尘效率下降。另外,由于高炉煤气中的粉尘含量在不断增加,致使其除尘能力不足。在原有的处理系统中,废水处理后的回用量很大,需要对其进行详细的系统分析和水质分析,以减少回用水。提出了对电厂的电尘回收装置及系统进行改进,并增设安全、可靠性的仪表及水质分析器,并参考目前国内主要的电除尘器的使用情况,确定污水的回收利用率。

该系统在日常工作中所需的工业用水约为  $700\text{m}^3/\text{d}$ ,通过对机组煤气洗净水回用装置进行检修和再利用,可节省 80% 的水,也就是降低工业用水量  $560\text{m}^3/\text{d}$ 。

#### 4.1.6 脱硫塔溢流水改造

脱硫系统循环冷却塔盛水盘溢流的水量为  $180\text{m}^3/\text{d}$  左右。通过水位调节,避免溢出、排水、减少补给;可以节省 90% 的水,也就是  $160\text{m}^3/\text{d}$  的工业用水量。

#### 4.1.7 修复煤场水回用系统

输煤系统原有输煤栈桥的冲洗污水和煤场雨水排

放通过预处理后的沉降槽排放到废水处理站。电站对输煤栈桥雨水冲刷及煤场雨水的技术改进,并通过污水处理系统对其进行了处理,使其符合工业用水的要求;用于煤矿栈桥的冲刷和储煤场的喷水,对煤场的用水基本不需进行新的补给。

但是,由于过滤膜的阻塞和部分设备的损坏,会导致煤场的污水回用系统处于瘫痪状态。建议对过滤膜和破损的设备进行再利用,可以降低生产用水量 $180\text{m}^3/\text{d}$ ,同时降低污水的外排。

通过上述7种方法,可以减少电厂新水的取水量 $5330\text{m}^3/\text{d}$ ,减少电厂工业用水 $1640\text{m}^3/\text{d}$ 。单位发电用水量从 $0.52\text{m}^3/(\text{MW}\cdot\text{h})$ 下降到 $0.26\text{m}^3/(\text{MW}\cdot\text{h})$ ,符合国家最新标准,达到了国内领先水平。

同时,上述措施可以使排水量降低 $3370\text{m}^3/\text{d}$ ,其中,雨水排水系统的排水量为 $800\text{m}^3/\text{d}$ ,排出的径流量为 $910\text{m}^3/\text{d}$ ,减少污水处理站的排水量为 $1660\text{m}^3/\text{d}$ 。

#### 4.2 远期废水综合利用方案

为了进一步改善水质,降低污水的排放量,可以采取以下措施<sup>[6]</sup>。

(1)排水沟排水系统中,有一部分排水沟的排水质量比较好,如膨胀箱排水、蒸汽疏水、紧急时炉水、机械冷却排水等,4个机组的排水能力估计在 $200\text{m}^3/\text{d}$ 左右。可以将排水沟分开,根据不同的水质将其分开,优质水可以直接回收到原来的水池,劣质水可以用于煤场清洗。

(2)在化学用水体系中,3阶段的RO浓缩液浓度为 $370\text{m}^3/\text{d}$ ,而新的RO浓缩液浓度为 $520\text{m}^3/\text{d}$ ,两者合计 $890\text{m}^3/\text{d}$ 。RO浓水中的水质较清,其主要特点为高盐度和高氯浓度。三阶段RO浓水中的全固形物含量和氯浓度分别为 $975\text{mg/L}$ 和 $141\text{mg/L}$ ,其浓度比原来的4倍左右。电厂已经在RO浓水中建立了循环处理设备,将浓缩的污水收集到电厂的蓄水池中,然后循环使用。1号机组中的工业用水很小,其加入后对工业用水的质量造成一定的负面作用,因此,该项目已被淘汰。可以将优质的废水回收到烟气处理中,经污水处理后的废水可以回收到燃煤电厂。该项目建成后,可减少 $1100\text{m}^3/\text{d}$ 的工业用水。

#### 5 节水措施及建议

循环冷却与灰渣处理是电厂用水量、耗水量较大的两种系统,在整个电厂中都发挥着重要的作用<sup>[7]</sup>。

(1)除灰系统为正压强气力除灰、干灰输送;在机械通风的冷却塔上装有一个除水器,使空气的损耗降低到0.1%;锅炉补水高含盐量高的废水经中和后,用作脱硫工艺用水,辅助设备的冷却水系统排放的污水用于煤场的补给水、煤场喷水、干灰加湿等。

(2)按照不同的特性,对工厂的污水进行处理,对高悬浮废水进行了深层净化,最终应用到了副装置的循环冷却水中。将厂区内的冲刷用清水进行深层净化,最终用作冷却用的附属设施。另外,深度处理废水后还可用作辅助设备的冷却水。

(3)对脱硫系统的污水进行处理,然后将其用作灰场,将含煤污水收集起来,再经澄清、过滤后再利用。

(4)使用节水型的节水型卫生器具和阀门,如节水型水龙头、踏板式开关等。电厂可以根据具体情况降低用水量的方法。本研究结果表明,一些工厂的生产车间存在着大量的浪费,造成了生产用水定额的较高;使用节水型设备,减少用水量<sup>[8]</sup>。

#### 6 结语

水在人们的生活中占有重要地位,而我们国家水资源短缺,而发电厂自身又是一个耗水大户,随着水资源紧缺、环保需求的不断增加,电厂将会面临越来越多的水资源和环境问题,对社会和经济发展都有着重要的影响。燃煤电厂的污水主要有锅炉给水排水、循环水、锅炉排污水、脱硫废水、生活污水等,这些污水若直接排放与国家环境保护方针不符,而且无法实现能源节约和减少排放的目的,导致了水资源的大量消耗。若能完全循环使用,可以取得经济效益和环境效益。所以,如何治理火力发电企业废水,使其得到充分的利用,已成为电厂日益关心的问题。

#### 参考文献

- [1] 张乐.基于水平衡测试的铝型材企业节水分析[J].广东化工,2020,47(1):62-63,61.
- [2] 陆骏超,陶雷行,岳春妹,等.燃煤发电厂用水水平现状与展望[J].中国电力,2020,53(3):139-146.
- [3] 赵霞,谭红,孙名轶,等.区域水-能耦合系统的电-气-水混合潮流模型[J].电网技术,2020,44(11):4274-4282.
- [4] 殷杰.某燃气电厂水平衡测试及节水建议[J].节能与环保,2020(9):81-82.
- [5] 宋达,王仁雷,王群奎,等.基于全厂水平衡试验的燃煤电厂深度优化用水分析[J].节能,2020,39(5):134-136.
- [6] 孙红松.电厂化学废水的治理与利用[J].山东工业技术,2017(4):6-7.
- [7] 李奕.火电企业废水排放与治理研究[J].华北电力技术,2017(8):65-70.
- [8] 周明飞,吴火强,王璟,等.燃煤电厂脱硫废水综合利用处理工艺实验研究[J].水处理技术,2017,43(10):103-109.

作者简介:党高峰(1977—),男,汉族,河南济源人,本科,工程师,主要从事电力生产管理工作。